Université de Paris. — Faculté de Médecine

CONCOURS D'AGRÉGATION DE 1898

(Section des sciences physiques)

GRADES UNIVERSITAIRES, TITRES

ET

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DU

Dr H. BORDIER

PARIS
1898

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

TITRES ET TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DU

Dr H. BORDIER

I. — GRADES UNIVERSITAIRES

Licencié ès sciences physiques, 1888.
Pharmacien de première classe, 1888.
Pharmacien, diplôme supérieur, 1890.
Docteur en médecine, juillet 1893.

II. — TITRES SCIENTIFIQUES

Lauréat des concours de fin d'année des étudiants en pharmacie :

1er prix, médaille d'argent, première année, 1886;

1re mention honorable du concours de travaux pratiques, 1886;

1er prix, médaille d'argent, deuxième année, 1887.

Prix de la Société des Amis de l'Université de Bordeaux, médaille d'argent (100 fr.), 1893.

Prix des thèses, médaille de vermeil (300 fr.) 1893.

Prix Godard (2,000 fr.) des docteurs stagiaires, 1895.

Ancien préparateur de physique médicale, Faculté de médecine et de pharmacie de Bordeaux, juin 1886-octobre 1895.

III. — ENSEIGNEMENT

Chef des travaux de physique à la Faculté de médecine et de pharmacie de Lyon, 1er décembre 1896.

Chargé des fonctions d'agrégé de physique à la Faculté de médecine et de pharmacie de Lyon, 1er décembre 1896.

Chargé de la suppléance de M. le professeur Monoyer, pour le cours de physique biologique, semestre d'été 1896-1897 et les mois de mars et d'avril 1898 : étudiants en médecine 2e année, nouveau régime d'études.

Conférences de physique appliquée à la pharmacie, semestre d'hiver, années 1896-1897 et 1897-1898.

Travaux pratiques de physique :

Etudiants en pharmacie, 3e année, semestre d'hiver, années 1896-1897 et 1897-1898.

Etudiants en médecine, 2e année, nouveau régime, semestre d'été, années 1896-1897 et 1897-1898.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

I — MÉCANIQUE.

1. — Recherches expérimentales sur l'adhérence de deux surfaces, planes ou sphériques, séparées par une mince couche liquide. — Cas des surfaces articulaires.

Mémoires de la Société des Sciences physiques de Bordeaux, 1894, et *Lyon médical,* 1896.

Ces recherches ont eu pour but de substituer à la théorie des frères Weber, sur la cause du maintien des têtes osseuses dans leurs cavités articulaires, une explication plus exacte reposant sur des expériences précises. J'ai commencé par déterminer l'effort qu'exige la séparation de deux disques plans entre lesquels on a placé un peu de glycérine.

J'ai démontré ensuite que cette force est proportionnelle à la surface des disques et indépendante de la nature de la substance qui constitue les surfaces.

L'adhérence tient à la force de cohésion du liquide interposé. En opérant avec des liquides différents, on trouve que l'adhérence est d'autant plus grande que le liquide est plus visqueux. Si l'on prend deux demi-sphères de même rayon, l'une creuse, l'autre pleine, séparées par une mince couche liquide, on trouve que l'effort nécessaire à la séparation est le même que celui qui correspond à des disques plans de même diamètre. Or, si l'on

cherche la force que demande la séparation de deux disques ayant le même diamètre que la tête fémorale (environ 50 millim.), après avoir interposé de la synovie, on trouve qu'elle est égale à 19 kilog. Ce nombre suffit à expliquer le maintien de la tête du fémur dans la cavité cotyloïde lorsque tous les muscles et ligaments sont sectionnés.

Sur le vivant, à cette cause de l'adhérence des surfaces articulaires vient s'ajouter la tonicité musculaire. Quant à la pression atmosphérique, elle n'intervient que sur le cadavre quand on se place dans des conditions artificiellement créées; le vide qui devrait exister dans les cavités articulaires pour que la théorie des frères Weber fût acceptable correspond à une impossibilité physique et physiologique.

Le mécanisme que j'invoque s'applique à toutes les articulations, de l'épaule, du coude, du poignet, etc., pour lesquelles la théorie du vide ne peut plus être invoquée.

Mes expériences permettent encore de comprendre l'adhérence des paupières pendant le sommeil, alors que les muscles sont relâchés. Il en est de même de l'occlusion des lèvres et de la bouche, lorsqu'aucune force musculaire n'intervient.

2. — Du coupe-racines des pharmacies.

Union pharmaceutique, 1897.

La théorie du coin et des instruments tranchants, établie par M. le professeur Monoyer, montre que la section opérée par un couteau se fait d'autant plus facilement que l'angle que fait la direction de la force destinée à faire pénétrer le couteau avec l'arête coupante est plus petit. J'ai montré que dans le cas du coupe-racines

employé en pharmacie et en droguerie pour faire la section des tiges, des plantes et des racines, la force communiquée au couteau par un mécanisme de levier du deuxième genre était toujours appliquée normalement au corps à sectionner, ce qui constitue le cas le plus défavorable à l'opération que l'on se propose. Comme conséquence des calculs que j'ai établis, j'ai indiqué la manière dont il faudrait modifier le coupe-racines pour que la section se fasse dans les meilleures conditions, c'est-à-dire en développant, toutes choses égales d'ailleurs, l'effort le plus petit.

II. — ACTIONS MOLÉCULAIRES.

3. — De la perméabilité gazeuse des étoffes employées pour les uniformes militaires.

Congrès de l'Association française pour l'avanc ment des sciences, 1897.

L'importance de la perméabilité gazeuze des étoffes dans le rôle hygiénique des vêtements a amené un assez grand nombre d'expérimentateurs à faire des recherches sur cette intéressante question. C'est surtout à Pettenkofer que sont dues les expériences les plus complètes. Tous les auteurs ont exprimé la perméabilité des tissus vestimentaires en indiquant le nombre de litres d'air ayant traversé chaque étoffe étudiée dans l'unité de temps; cette manière de traduire les résultats est défectueuse et donne une faible idée de la perméabilité. J'ai trouvé préférable de chercher ce que j'appelle le *coefficient de perméabilité gazeuse* pour chaque étoffe : c'est le rapport qui existe entre le volume d'air V_e qui passe à travers une

surface donnée d'étoffe et le volume V_a qui passe par un tube en verre de même section, aucune étoffe n'étant interposée. Les volumes V_e et V_a sont mesurés sous la même pression qu'il est facile de connaître et de maintenir constante par l'emploi du flacon de Mariotte.

J'ai déterminé ce coefficient de perméabilité : 1° lorsque les étoffes étaient sèches ; 2° lorsqu'elles étaient saturées d'humidité, mais non pas mouillées.

I. Mes expériences ont montré que les draps qui servent aux vêtements d'officier, aussi bien le pantalon que la tunique, ont un coefficient de perméabilité bien plus faible que celui des mêmes étoffes de simple soldat ; ainsi, pour le drap garance, le coefficient est 0, 248 (officier) et 0,540 (soldat). Le pantalon de simple soldat est donc plus de deux fois plus perméable à l'air que le pantalon d'officier.

II. Dans le cas où les étoffes ont séjourné dans une enceinte saturée d'humidité, ce qui a lieu lorsque le corps du militaire est recouvert de sueur, la perméabilité est très diminuée ; en faisant la moyenne des perméabilités des tissus lorsqu'ils sont secs et lorsqu'ils sont humides, on a les valeurs suivantes : officier 0,268 et 0,133 ; soldat 0,510 et 0,393. Mais la perméabilité est moins diminuée pour les vêtements de soldats que pour ceux d'officier ; elle subit par la saturation hygrométrique une diminution de 25 0/0 pour le soldat et de 50 0/0 pour l'officier.

4. — Détermination de la solubilité du camphre dans l'eau par l'emploi de la lumière polarisée.

Mémoires de la Société des Sciences physiques de Bordeaux et *Journal de pharmacie*, avril 1889.

Dans ce travail, j'ai eu pour but de fixer exactement la proportion de camphre susceptible de se dissoudre dans

l'eau à la température ordinaire. Cette solubilité était très mal connue auparavant. J'ai utilisé pour cela la propriété que possède l'eau camphrée de dévier le plan de polarisation de la lumière polarisée, propriété qui n'avait pas encore été signalée.

Après avoir établi que l'eau camphrée suit les lois de Biot relatives à la polarisation rotatoire, j'ai trouvé que l'eau camphrée saturée à 15° c. renferme 1 gr. 50 de camphre par litre. La connaissance de ce nombre peut être utile en thérapeutique puisque l'on sait maintenant qu'une cuillerée à bouche de cette eau contient 3 centigrammes de camphre.

5. — **Etude sur l'eau mercurielle. — Détermination du poids de vapeur mercurielle absorbée par un litre d'eau aux différentes températures.**

Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux, août 1892.

Grâce à une nouvelle méthode de dosage des sels mercuriques, imaginée par M. Laborde, de Bordeaux, j'ai pu déterminer la loi de la diffusion des vapeurs de mercure dans l'eau et établir la courbe qui représente la variation du poids de ces vapeurs absorbées par l'eau avec la température.

Cette courbe montre que la vapeur de mercure se comporte absolument comme un gaz ordinaire. J'ai établi, de plus, que contrairement à ce qu'on lit dans le dictionnaire de Wurtz, l'eau contenant des sels dissous absorbe moins de vapeur mercurielle que l'eau distillée.

6. — **Action des vapeurs mercurielles sur quelques micro-organismes.**

En collaboration avec M. le professeur Ferré. *Société d'Anatomie et de Physiologie de Bordeaux*, 1892.

Nous avons démontré que les vapeurs de mercure émises à la température ordinaire empêchaient le développement des colonies de certains microbes et bacilles ensemencés soit sur bouillon de culture, soit sur gélatine. La conséquence pratique qui se dégage de ces recherches, c'est que l'huile reposant sur une couche de mercure est aseptique et qu'elle peut être employée pour enduire les instruments servant au cathéthérisme des différents organes, (canal de l'urètre, utérus, etc.) L'expérience clinique a démontré depuis l'exactitude de nos recherches.

III. — CHALEUR.

7. — **Comparaison des thermomètres médicaux de l'Hôpital Saint-André.**

Journal de Médecine de Bordeaux, avril 1891.

Ce travail était destiné à appeler l'attention des médecins et des chirurgiens sur les erreurs que la plupart des thermomètres médicaux entrainent dans l'évaluation de la température des malades.

J'ai pu vérifier 87 thermomètres cliniques servant journellement dans les différents services de l'hôpital. J'ai utilisé pour cela la méthode classique qui nécessite un comparateur et un thermomètre étalon gradué en

dixièmes de degré centigrade. Le résultat de ces 87 comparaisons a été le suivant : *onze seulement fournissaient des indications exactes.* Sur les 76 qui restaient, 65 indiquaient des températures trop élevées et 11 des températures trop basses; les écarts variant entre 0°,1 et 0°,9. Cette étude montre qu'il est nécessaire de faire vérifier avec soin les indications des thermomètres utilisés en médecine, de façon à ce que chaque médecin puisse faire la correction de l'erreur.

8. — Sur la mesure comparative de la conductibilité calorifique des tissus de l'organisme.

Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences 1897 et *Archives de physiologie,* 1898.

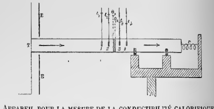
La valeur de la température locale d'un point de la peau dépend : 1° de la distance de ce point aux vaisseaux sous-jacents ; 2° de la conductibilité des tissus interposés entre ce point et les vaisseaux.

L'étude du deuxième facteur, la conductibilité, a été négligée et l'on ne trouve que les expériences de Greiss et celles de Landois sur cette question.

Ces auteurs ont employé des méthodes vraiment bien défectueuses et qui ne pouvaient donner aucun renseignement sur la conductibilité des tissus étudiés.

La méthode que j'ai imaginée consiste à interposer une épaisseur de tissu toujours la même (1 millimètre) entre deux barres de cuivre rouge nickelé, portant chacune deux puits contenant du mercure où plongent des thermomètres sensibles. D'après les recherches de Van Aubel et Paillot, on peut prolonger la ligne droite passant par les sommets des colonnes thermométriques de chaque barre jusqu'à la verticale menée par chacune des bases des deux segments métalliques près du tissu pour obtenir

les valeurs θ_1 et θ_2 des températures des faces d'entrée et de sortie du flux calorifique à travers la rondelle interposée.



Appareil pour la mesure de la conductibilité calorifique des tissus (*Fig. 1*)

En opérant ainsi et en faisant en sorte que la face d'entrée du tissu soit à 40° environ, on trouve que les différences $\theta_1 - \theta_2$ ont les valeurs suivantes pour les divers tissus : tissu osseux (substance spongieuse), 4°,6; tissu musculaire (section perpendiculaire), 7°2; caillot sanguin, 7°5; tissu musculaire (section parallèle), 9°,2; tissu tendineux, 10°6; tissu cartilagineux, 11°5; tissu adipeux, 14°,79.

9. — **Recherches sur la surfusion de l'eau.**

Mémoires de la Société des Sciences physiques de Bordeaux, 1889

J'ai cherché à démontrer que la cause du retard de la solidification de l'eau ou *surfusion* était l'absence de l'atmosphère adhérente aux parois des vases. J'ai expérimenté avec le marteau d'eau avec lequel j'ai constaté par de nombreuses expériences que la surfusion se produit jusqu'à la température de 14°. Au moment où le changement d'état s'opère, il y a une violente projection de grêlons dans les boules de l'appareil. Ce phénomène, que

j'ai signalé le premier, rappelle tout à fait celui que l'on observe avec le même appareil lorsqu'on étudie avec lui le retard d'ébullition, vers 130°.

L'analogie des effets permet de penser que c'est la même cause, absence de l'air adhérent aux parois ainsi que des gaz dissous, qui produit les deux phénomènes, retard de la solidification d'une part, retard de l'ébullition d'autre part.

10. — Sur la détermination du poids de vapeur de mercure que perd une flanelle mercurielle dans un temps donné.

Société de Thérapeutique de Paris (Juin 1892).

Le professeur Merget a été conduit, comme l'on sait, par ses belles expériences sur le mercure, à imaginer des flanelles mercurisées destinées, par la vapeur qu'elles émettent, à faire absorber du mercure par la voie pulmonaire.

Une question importante, au point de vue thérapeutique, se posait. Combien de mercure perd, par évaporation, une flanelle mercurielle de surface donnée, dans un temps donné? C'est pour répondre à cette question que ce travail a été entrepris. A cause de la variation de poids qu'éprouvent si facilement les tissus organiques sous l'influence des variations hygrométriques, il fallait chercher une méthode capable de mettre à l'abri de certaines causes d'erreurs. J'ai pu obtenir des mesures exactes en plaçant la flanelle dans une atmosphère saturée de vapeurs mercurielles, immobile, et dont l'état hygrométrique était parfaitement connu.

En exposant la flanelle à la température de 20°, j'ai trouvé qu'un décimètre carré perd, en une heure, 1 milligr. 95 de mercure en vapeur. Si la surface de la

flanelle Merget est de 5 décimètres carrés, par exemple, et qu'elle reste pendant 8 heures (durée moyenne de la nuit) à la température de 20°, le poids de vapeur mercurielle cédée par elle est de 78 milligrammes.

11. — Recherches sur la nitrification. — Etude expérimentale du rôle de la circulation de l'air atmospherique, par thermo-diffusion, à travers les corps poreux.

Thèse pour le diplôme supérieur de pharmacien de première classe. *Mémoires de la Société des Sciences physiques de Bordeaux*, 1890.

Ce travail est l'exposé des recherches que j'ai entreprises à l'instigation du professeur Merget dont j'étais le préparateur. Lorsqu'un corps poreux ou pulvérulent humide est exposé à une source de chaleur, il devient le siège d'une circulation gazeuse très intense : le gaz ambiant pénètre, sous pression, dans la masse poreuse et si l'on relie à un manomètre le tube abducteur introduit au sein de la masse, on trouve une augmentation de pression de 3 à 4 atmosphères. Si l'on recueille simplement le gaz qui a diffusé, on constate que son volume est considérable et le phénomène dure tant qu'il y a une trace d'humidité dans le corps poreux ou pulvérulent. C'est à ce phénomène très intéressant que Merget qui l'a découvert a donné le nom de *thermo-diffusion*. C'est un phénomène général et il apparait chaque fois qu'une masse poreuse humide est soumise à l'action de radiations calorifiques. J'ai cherché si pendant cette circulation de l'air atmosphérique produite par thermo-diffusion il se formait des composés oxygénés de l'azote et en particulier des nitrates. Pour cela, des corps pulvérulents divers bien débarrassés de toutes traces de nitrites et de nitrates ont été introduits dans des cornues poreuses dont la teneur en nitrates ou nitrites avait été déter-

minée au préalable, et imprégnés de bases diverses, soude, potasse, magnésie, etc., dont les nitrates avaient été dosés auparavant.

L'analyse était faite par le colorimètre de Duboscq, en transformant les produits azotés en picrate d'ammoniaque dont la coloration jaune très prononcée permet d'obtenir une grande sensibilité.

En prolongeant l'expérience pendant plusieurs jours, j'ai toujours constaté qu'il se formait pendant la circulation de l'air dans les espaces capillaires constituant les pores de la masse humide soumise à l'action de la chaleur des proportions de nitrates faciles à déceler.

Comme le phénomène de la thermo-diffusion a lieu dans les masses de terre agglomérées et que ces mottes de terre sont toujours plus ou moins humides, il est permis de penser qu'elles deviennent le siège d'une circulation gazeuse par thermo-diffusion, chaque fois que les rayons du soleil tombent sur elles; l'air entre par les parties chaudes et sort par les parties froides non frappées directement. Dans ces conditions on doit admettre que la formation de composés oxygénés de l'azote s'opère de la même façon que dans les thermodiffuseurs artificiels. Il y a donc dans la production dû phénomène de la thermo-diffusion une cause de nitrification qui doit s'ajouter aux autres causes bien connues, résultant de l'action d'êtres vivants.

IV. — ÉLECTRICITÉ.

12. — **Etude critique et expérimentale des galvano-cautères et de l'anse électro-thermique.**

En collaboration avec H. Chevalier, préparateur adjoint de physique médicale. (*Archives d'Électricité médicale*, 1893, 32 pages).

Dans ce travail, nous examinons d'abord les sources d'énergie électrique les mieux appropriées à la galvano-caustique-thermique et nous en faisons une étude critique, ce qui constitue le premier chapitre.

Dans le deuxième chapitre, nous exposons nos recherches sur la mesure des résistances des galvano-cautères et de l'anse : ce sont les premières déterminations qui aient été faites dans ce sens. Les résistances des cautères proprement dits, en faisant abstraction du manche, sont comprises entre 0,01 ohm et 0,08 ohm; celles des conducteurs et des manches varient entre 0.006 et 0,02 ohm. Pour les anses, nous démontrons l'économie qui résulte de l'emploi des fils de fer qui exigent un courant beaucoup moins intense, pour être portés au rouge, que les fils de platine.

Le troisième chapitre est consacré à la mesure des intensités nécessaires à porter au rouge sombre et au rouge vif les différents modèles de galvano-cautères et d'anses. Des résultats obtenus, on peut déduire de très utiles indications pour la bonne construction des galvano-cautères et des conducteurs auxquels ils sont soudés.

Dans le quatrième chapitre, nous étudions l'échauffement de l'anse électro-thermique plongée dans les tissus : nos expériences ont porté sur des fragments de tissu musculaire dépourvu de tendons et d'aponévroses. En

employant différentes intensités et en exerçant toujours la même traction, mesurée au dynamomètre, nous avons pu déterminer le temps nécessaire à faire la section d'une masse charnue de dimensions données. Si on examine la trace de l'anse dans le tissu et si on fait des coupes transversales, on peut connaître l'intensité qui correspond à la meilleure opération. Les intensités nécessaires à la section d'un tissu par l'anse sont toujours plus élevées que celles qui correspondent à la fusion du fil dans l'air. Pour compléter cette étude, il était indispensable de rechercher l'intensité-limite capable de produire encore l'hémostase.

Cette question fait l'objet du cinquième chapitre : nous avons opéré sur différents animaux et sur différentes régions, tant avec le couteau qu'avec l'anse galvanique. Nous avons trouvé qu'avec les galvano-cautères, l'intensité de 18 ampères ne devait pas être dépassée pour ne pas perdre le bénéfice de la galvano-cautérisation, tandis qu'avec l'anse on ne doit pas dépasser 16 ampères.

Ce n'est donc pas la nuance du rouge qui doit régler le praticien dans l'application du galvano-cautère et de l'anse, mais bien l'indication galvanométrique, surtout lorsque les cautères sont immergés dans les tissus et soustraits à la vue de l'opérateur.

Dans le sixième chapitre, nous faisons une étude expérimentale du mécanisme de l'hémostase obtenue par les galvano-cautères et par l'anse. Les auteurs qui s'étaient occupés de cette question (Bouchacourt, Broca) considéraient que les parois des vaisseaux étaient la cause exclusive de l'hémostase. Nous avons cherché, par des expériences méthodiques, à savoir si cette cause résidait ou dans les parois, ou dans le sang, ou encore dans les deux à la fois. Pour cela, nous avons éliminé successive-

ment l'influence de parois et l'influence du sang. Nous avons pu ainsi établir nettement que le coagulum formé par le sang, d'une part, et le recroquevillement des parois vasculaires, d'autre part, avaient une action concomitante dans l'obstruction de l'orifice des vaisseaux sectionnés.

13. — De quelques rhéostats médicaux.

Société des Sciences médicales de Lyon, 1895. *Archives d'Électricité médicale*, 1895.

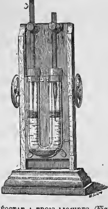
L'emploi des collecteurs d'éléments est mauvais, car l'addition ou la soustraction d'un élément de pile ou d'un accumulateur fait croître ou décroître brusquement l'intensité du courant, ce que l'on doit éviter avec soin en électrothérapie. Les rhéostats métalliques ne peuvent pas faire croître lentement le courant ; ils sont incapables de donner à l'intensité des valeurs très faibles, comme celles que l'on est obligé d'utiliser dans les examens d'électrodiagnostic ou dans l'électrisation des yeux. Enfin, ils ne peuvent pas permettre de graduer le courant faradique.

Les rhéostats à liquide répondent bien à ces desiderata ; mais la plupart font croître, au début, trop brusquement l'intensité.

C'est pour éviter ces à-coup que j'ai modifié le rhéostat en U imaginé par le professeur Bergonié, et cela, de la façon suivante :

Les faisceaux de fils de verre que portent les charbons sont placés sur deux plans différents ; de plus, l'un de ces faisceaux est rendu aussi aigu que possible. Au-dessus de l'eau j'ai placé une couche d'huile de vaseline, très résistante, qui ne laisse passer le courant que très lentement. L'intensité partie de zéro acquiert toutes les valeurs

que l'on désire d'une manière lente et progressive sans jamais produire aucune de ces secousses si désagréables aux malades et quelquefois très dangereuses. Le fond du tube en U est rempli de mercure; ce liquide sert à réunir métalliquement les deux branches du tube.



Rhéostat a trois liquides *(Fig. 2)*

Cet appareil rend de grands services dans les applications variées du courant électrique, soit galvanique, soit faradique.

14. — **Sur une nouvelle pile médicale** (pile Junius).
Archives d'Électricité médicale, 1897.

Les avantages de la pile Junius la rendent tout à fait apte aux usages médicaux : elle est hermétique, par conséquent transportable; sa résistance intérieure est

ment l'influence de parois et l'influence du sang. Nous avons pu ainsi établir nettement que le coagulum formé par le sang, d'une part, et le recroquevillement des parois vasculaires, d'autre part, avaient une action concomitante dans l'obstruction de l'orifice des vaisseaux sectionnés.

13. — De quelques rhéostats médicaux.

Société des Sciences médicales de Lyon, 1895. *Archives d'Électricité médicale*, 1895.

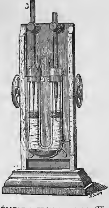
L'emploi des collecteurs d'éléments est mauvais, car l'addition ou la soustraction d'un élément de pile ou d'un accumulateur fait croitre ou décroitre brusquement l'intensité du courant, ce que l'on doit éviter avec soin en électrothérapie. Les rhéostats métalliques ne peuvent pas faire croitre lentement le courant; ils sont incapables de donner à l'intensité des valeurs très faibles, comme celles que l'on est obligé d'utiliser dans les examens d'électrodiagnostic ou dans l'électrisation des yeux. Enfin, ils ne peuvent pas permettre de graduer le courant faradique.

Les rhéostats à liquide répondent bien à ces desiderata; mais la plupart font croître, au début, trop brusquement l'intensité.

C'est pour éviter ces à-coup que j'ai modifié le rhéostat en U imaginé par le professeur Bergonié, et cela, de la façon suivante :

Les faisceaux de fils de verre que portent les charbons sont placés sur deux plans différents; de plus, l'un de ces faisceaux est rendu aussi aigu que possible. Au-dessus de l'eau j'ai placé une couche d'huile de vaseline, très résistante, qui ne laisse passer le courant que très lentement. L'intensité partie de zéro acquiert toutes les valeurs

que l'on désire d'une manière lente et progressive sans jamais produire aucune de ces secousses si désagréables aux malades et quelquefois très dangereuses. Le fond du tube en U est rempli de mercure; ce liquide sert à réunir métalliquement les deux branches du tube.



RHÉOSTAT A TROIS LIQUIDES *(Fig. 2)*

Cet appareil rend de grands services dans les applications variées du courant électrique, soit galvanique, soit faradique.

14. — **Sur une nouvelle pile médicale** (pile Junius).
Archives d'Électricité médicale, 1897.

Les avantages de la pile Junius la rendent tout à fait apte aux usages médicaux : elle est hermétique, par conséquent transportable; sa résistance intérieure est

0,2 ohm et sa force électro-motrice de 1 volt 58. En construisant de petits éléments on pourrait en loger un certain nombre, 24 à 30 par exemple, dans une caisse et avoir ainsi une pile très commode pour l'électrisation des malades obligés de garder le lit.

15. — **Nouvelle méthode de mesure des capacités électriques basée sur la sensibilité de la peau. — Cas de la capacite électrique du corps de l'homme.**

Académie des Sciences, Société de Médecine de Lyon, 1895.

Cette méthode permet de mesurer les capacités d'une façon très simple.

Elle repose sur ce fait que la sensation produite par les courants faradiques est d'autant moins vive que la capacité de la bobine induite est plus grande : pour augmenter la capacité de cette bobine, il suffit de placer en dérivation des condensateurs de capacités connues.

En prenant comme terme de comparaison la sensation minima, on peut construire une courbe ayant pour ordonnées les distances de la bobine induite à la bobine inductrice et pour abcisses les capacités ajoutées.

Il suffit de placer de la même manière le condensateur dont on veut connaître la capacité et de chercher à quelle position de la bobine induite la sensation cutanée minima est perçue. La courbe préalablement construite fait connaître immédiatement la capacité cherchée.

Si on vérifie par la méthode du galvanomètre balistique les résultats de cette nouvelle méthode, on constate une approximation remarquable. Ce qui rend cette méthode précieuse en électro-physiologie, c'est qu'elle est applicable à la mesure de la capacité électrique du corps humain, sur laquelle on n'avait jusqu'ici aucune donnée. Cette capacité a été trouvée égale, en moyenne, à

0,0025 microfarad. C'est une valeur 58 fois plus grande que celle d'un conducteur métallique de même surface. Ce résultat prouve que le corps de l'homme est le siège de phénomènes de condensation lorsqu'on lui applique les courants électriques et qu'il est loin de se comporter comme un conducteur métallique. Cette remarque permet d'expliquer les difficultés qui entourent la mesure de la résistance du corps humain.

16. — Etude graphique de la contraction musculaire produite par l'étincelle statique.

Société de Biologie, Société des Sciences médicales de Lyon, Archives d'Electricité médicale, 1894.

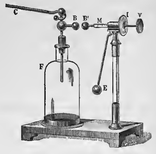
Ce travail fait connaître une série de points mal étudiés et peu connus de l'électrothérapie et l'électrophysiologie. J'ai pu, grâce à un dispositif expérimental original, trouver les lois qui régissent la contraction musculaire provoquée chez l'homme par l'étincelle. J'ai utilisé, suivant les expériences, l'excitation immédiate et l'excitation médiate ; cette dernière a été mise en œuvre à l'aide d'un excitateur que j'ai imaginé.

Pour connaître la grandeur de la contraction musculaire et en étudier les variations, j'ai enregistré chaque secousse par la méthode graphique.

J'ai cherché d'abord à connaître l'influence du signe de l'étincelle : l'étincelle positive provoque une contraction moins énergique, moins tonique que l'étincelle négative : ce résultat est utile à connaître en électrothérapie.

Le deuxième point étudié est l'influence de la longueur de l'étincelle sur la contraction. Les graphiques obtenus m'ont permis de formuler la loi suivante : la grandeur de la contraction musculaire est directement proportionnelle au carré de la longueur de l'étincelle.

Une question également intéressante à bien étudier



Excitateur médiat (*Fig. 3*)

c'est le rôle que joue le diamètre des excitateurs dans l'énergie de la secousse musculaire : Boudet, de Paris, avait bien dit que les grosses sphères excitatrices provoquent une contraction plus forte que les petites, mais l'on ne savait pas dans quel rapport exact ces deux quantités variaient. J'ai montré que ce rapport est simple et que la grandeur de la contraction est proportionnelle au diamètre des excitateurs.

L'influence de la densité électrostatique sur l'énergie de la contraction produite par l'étincelle n'avait pas encore été étudiée : J'ai établi par des expériences nouvelles que l'excitation médiate produit une secousse moins énergique que l'excitation immédiate. En excitant médiatement à l'aide de boules de diamètres croissants, de façon à faire varier la densité électrique, j'ai constaté que pour une même longueur d'étincelles, la contraction est d'autant moins grande que l'électrode médiate une plus grande surface de contact avec la peau.

17. — **Action des étincelles statiques sur la température locale des régions soumises à ce mode de franklinisation.**

Société de Médecine de Lyon, Académie des Sciences, Archives d'Electricité médicale, 1895.

Ce travail a été entrepris pour savoir quelles sont les actions vasomotrices causées par l'étincelle jaillissant directement sur la peau. Duchenne, de Boulogne, affirme dans son traité sur l'*Electrisation localisée*, que la température de la peau sur laquelle a jailli une série d'étincelles s'abaisse. Je me suis entouré de toutes les précautions nécessaires de façon à éviter les erreurs faciles à commettre dans ce genre d'expériences. trouvé que non seulement la température locale de la région soumise à l'action des étincelles ne s'abaisse pas, mais qu'au contraire, elle s'élève d'une quantité assez sensible : le maximum d'élévation n'a pas lieu pendant que jaillissent les étincelles, mais quelques minutes après que la machine est arrêtée. La coloration de la peau est d'abord pâle, mais elle devient rapidement rouge ; si la décharge statique a duré plusieurs minutes, on voit se former une phlyctène pleine de sérosité. Après la guérison de cette phlyctène, la peau reste colorée en brun.

Les résultats que mes expériences ont mis en évidence permettent d'expliquer les bons effets thérapeutiques que fournit l'étincelle dans certaines névralgies et névrites.

18. — **Recherches expérimentales sur l'effluve statique.**

Congrès français de Médecine, 2e session, août 1895.

Les points que j'ai successivement étudiés dans ce mémoire sont les suivants :

1° Influence du signe de l'effluve sur l'étendue de la surface impressionnée. Pour apprécier exactement l'étendue de cette surface, j'ai mis à profit l'action de l'ozone due à l'effluve sur le papier ioduré amidonné, et j'ai chaque fois photographié l'épreuve colorée obtenue. Les photographies montrent que le souffle positif est beaucoup plus éparpillé que le souffle négatif : la densité électrostatique est plus grande dans le second cas que dans le premier.

2° Influence du signe sur l'intensité du vent électrique. Je me suis servi d'une sorte d'anénomètre qui m'a permis de constater nettement que l'effluve négative souffle plus fortement, toutes choses égales d'ailleurs, que l'effluve positive. Ce résultat est intéressant à noter au point de vue pratique.

3° Influence de l'angle de la pointe sur l'étendue de la surface impressionnée. Pour faire cette étude, j'ai fait construire une série de pointes terminées par des angles variant entre 96 à 8 degrés et faites avec une même tige de 9 millim. de diamètre. En me plaçant chaque fois dans les mêmes conditions, j'ai trouvé, comme l'indiquent bien les photographies, que le diamètre de la surface impressionnée par l'effluve est d'autant plus petit que l'angle de la pointe est lui-même plus petit. La loi formulée par Boudet, de Paris : « le diamètre de la surface influencée par le souffle est égal à une fois et demie la distance de la pointe à la surface », est donc contraire aux faits observés. Ce diamètre dépend, comme le montrent mes expériences, et du signe de l'effluve, et de l'angle au sommet du cône d'où émane l'effluve.

4° Le quatrième point que j'ai étudié est relatif à la détermination des effets vasomoteurs que produit l'effluve sur les régions soumises à son action. Un thermomètre

à température locale de Seguin, protégé à l'aide d'un manchon en verre, faisait connaître les variations de la température de la zône cutanée effluvée. En prenant soin d'attendre, avant de commencer une expérience, que la colonne mercurielle soit bien devenue stationnaire, on trouve que sous l'influence de l'effluve il y a abaissement de la température. Cet abaissement est plus grand avec l'effluve négative qu'avec la positive ; de plus, l'abaissement maximum a lieu après l'arrêt de la machine. Les chiffres fournis par plusieurs expériences permettent de comprendre les heureux effets obtenus en électrothérapie par l'effluve statique.

19. — **Recherches sur la température locale des régions soumises à l'action du courant galvanique.**

Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, section des sciences médicales, août 1895.

Ce mémoire est l'exposé des expériences que j'ai entreprises dans le but de savoir si les phénomènes thermiques qui se passent au niveau des électrodes sont dus à une cause purement physique, comme l'a écrit Boudet, de Paris (*Revue générale de médecine*, 1882, p. 261), ou à une cause d'ordre biologique.

Je me suis servi d'une électrode particulière, imaginée par M. le professeur Bergonié : elle se compose de deux cylindres en verre soudés à leur partie supérieure ; dans l'espace annulaire, on peut faire un vide partiel ou introduire un liquide quelconque. En plaçant de l'eau dans le cylindre intérieur on constitue une véritable électrode liquide à laquelle on amène le courant à l'aide d'un crayon de charbon. Si l'on fixe cette électrode sur la peau, en ayant soin de placer un thermomètre sensible dans l'eau, on constate que la température s'élève, mais

d'une quantité différente pour chaque pôle : avec le pôle positif l'élévation est plus grande qu'avec le pôle négatif. Ce premier résultat prouve que les phénomènes calorifiques de l'anode et de la cathode sont dus à autre chose qu'à l'application de la loi de Joule.

Pour éviter que le thermomètre ne soit influencé par la quantité de chaleur proyenant de la transformation de l'énergie électrique en énergie calorifique, j'ai eu l'idée de placer l'eau servant d'électrode dans l'espace annulaire et j'ai fixé dans le cylindre intérieur et sur la peau un thermomètre à température locale, de Seguin. Dans ces conditions, il y a encore eu élévation de température, mais on ne peut plus ici la rapporter à autre chose qu'aux phénomènes vasomoteurs produits par le passage du courant. L'accroissement thermométrique n'est pas le même pour chaque pôle et, de plus, il ne se fait pas suivant la même progression. En prenant les élévations de température pour ordonnées et les minutes pour abscisses, on obtient une courbe à concavité inférieure dans le cas du pôle positif, tandis que celle qui correspond au pôle négatif a une concavité supérieure. Enfin, la courbe positive est plus élevée que la négative. Ces résultats, qui sont nouveaux, prouvent que le courant galvanique appliqué au corps de l'homme produit des modifications thermiques différentes à l'anode et à la cathode; ces modifications sont dues à des actions vasomotrices et non pas à une simple cause physique.

20. — Variation de la sensibilité galvano-cutanée avec la densité électrique.

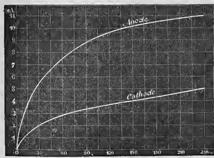
Société de Biologie, 1896, et *Archives d'Électricité médicale*, 1896.

Les seules recherches de Boudet, de Paris, sur cette question avaient été faites en essayant de reproduire une

même sensation donnée et sans tenir compte de la polarité de l'électrode active. Or, il nous est impossible de reconnaître l'égalité de deux sensations électriques qui se succèdent à un certain intervalle. J'ai utilisé au contraire, la sensation-minima toujours facile à reconnaître et j'ai eu soin de distinguer les effets dus à chaque pôle.

Nos électrodes étaient constituées par des masses spongieuses formées de 32 feuilles de papier buvard superposées et taillées en rectangles : j'ai pris 12 surfaces différentes d'électrodes variant de 2,6 cent. carrés à 234 cent. carrés.

Les courbes obtenues pour chaque pôle, en prenant pour ordonnées les intensités et pour abscisses les surfaces des électrodes, montrent que la sensibilité électrique est plus fortement excitée avec le pôle négatif qu'avec le positif, et qu'elle varie beaucoup plus rapidement avec des électrodes de faible surface qu'avec des électrodes de grande surface.



VARIATION DE LA SENSIBILITÉ ÉLECTRIQUE AVEC LA DENSITÉ DU COURANT EMPLOYÉ (*Fig. 4*)

Ces résultats prouvent que dans les applications du courant électrique il faut avoir bien soin de mesurer la surface des électrodes, si l'on veut atténuer autant que possible les effets douloureux du courant.

21. — **Variation de la sensibilité farado-cutanée avec la densité électrique. Influence du fil secondaire des bobines d'induction sur les effets sensitifs du courant faradique.**

Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, Tunis, 1896.

La variation de la sensibilité farado-cutanée avec la densité électrique a été étudiée successivement avec chacune des bobines secondaires composant l'appareil d'induction de l'auteur. Ces bobines, dites à fil fin, moyen et gros, avaient des résistances de 1,000, 15 et 1 ohms. C'est la sensation minima qui, dans chaque cas, a été utilisée pour faire cette étude. Les électrodes ont été choisies en papier buvard et formées de 32 couches superposées recouvertes d'une lame de charbon. Douze électrodes, dont la surface a varié de 2 centimètres carrés à 250 centimètres carrés, ont servi à faire ces expériences. En prenant comme moyen d'évaluation de l'intensité du courant faradique la modification apportée dans la longueur d'une colonne liquide, on a obtenu pour chaque bobine induite une courbe qui représente la variation de la sensibilité électrique avec la densité.

La courbe correspondant à la bobine à fil moyen ($R = 15^{\omega}$) s'écarte peu d'une parallèle à l'axe des surfaces; tandis que les courbes des deux autres bobines, 1^{ω} et $1{,}000^{\omega}$ sont des arcs de paraboles beaucoup plus ouvertes. L'examen de ces courbes montre que pour les petites surfaces d'électrodes, les effets sensitifs produits par les bobines 1^{ω} et 15^{ω} sont assez voisins les uns des

autres et que, pour les grandes surfaces, ce sont au contraire les effets dus aux bobines 15 ^{m} et 1,000 ^{m} qui tendent à acquérir la même valeur.

Enfin, l'ensemble des trois courbes que ces recherches ont permis de construire font connaître immédiatement l'influence de la résistance du fil constituant les bobines induites sur la sensibilité cutanée. Il suffit de considérer l'ordonnée correspondant à une surface donnée d'électrode pour voir à quel point cette ordonnée rencontre les courbes des trois bobines. Pour des électrodes de petites surfaces, l'emploi de la bobine très résistante est accompagné de phénomènes extrêmement douloureux, la bobine de 15 ^{m} produit des effets bien moins vifs, enfin avec la bobine de faible résistance la sensation est à peine accusée. L'avantage de cette dernière bobine apparait encore mieux si l'on emploie des électrodes de grande surface.

On conçoit l'importance pratique de ces recherches, si l'on songe que la plupart des appareils médicaux portatifs (les plus nombreux) sont constitués par des bobines à fil très résistant. On voit qu'il est impossible avec de tels appareils de ne pas agir fortement sur la sensibilité cutanée, alors qu'on ne veut que provoquer des contractions musculaires.

22. — Du rôle de la résistance électrique des électrodes dans les effets sensitifs du courant.

Archives d'Électricité médicale, 1895 et *Lyon Médical*, 1895.

Dans ce mémoire, j'examine les différentes circonstances, tenant à la nature même des électrodes, qui influent sur les phénomènes sensitifs produits par le courant. Toutes choses égales d'ailleurs, un courant donné

provoque une douleur plus ou moins vive, suivant la composition de l'électrode qui sert à appliquer ce courant. Si on se sert d'une électrode métallique, la douleur ne tarde pas à devenir insupportable, bien que l'intensité soit très faible. De même, si l'on emploie une électrode très résistante, la douleur correspondant à une intensité donnée est plus vive qu'avec une électrode de même surface, mais moins résistante.

Après avoir rappelé certaines expériences de Duchenne, de Boulogne, faites sur des muscles dénudés et avoir montré que les différences, au point de vue sensitif, constatées par cet auteur, ne tiennent pas à une variation de densité électrique, mais bien à une variation de résistance, j'expose les expériences que j'ai faites à l'aide d'électrodes de même surface, mais possédant des résistances différentes. Ces résistances ont pu être mesurées, ce qui donne une plus grande exactitude aux résultats obtenus. Comme réactif de l'effet sensitif, j'ai pris la sensation minima facile à produire avec un rhéostat à liquides.

J'ai ainsi démontré que l'effet sensitif du courant dépendait du rapport qui existe entre la résistance de l'électrode et la résistance de la peau placée sous l'électrode. L'effet sensitif le moins intense est obtenu lorsque l'électrode possède une résistance d'environ 10 ohms par centimètre carré. On ne peut donc pas, d'après cela, dire que la meilleure électrode est celle qui est en peau de chamois, ou en amadou, ou en argile, etc. ; la meilleure est celle dont la résistance est voisine de celle de l'épiderme humide.

L'état de sécheresse ou d'humidité de l'épiderme influe aussi sur les phénomènes sensitifs, comme le montrent quelques expériences que j'expose également. Ainsi, mes

résultats expérimentaux prouvent que dans l'application du courant électrique, on doit choisir des électrodes qui, étant bien humectées, présentent une résistance de même ordre de grandeur que celle de la peau sous-jacente. En d'autres termes, les effets sensitifs du courant sont d'autant moins prononcés qu'entre la résistance de l'électrode active et celle de la peau il y a une moins grande différence en ohms.

23. — Action des états variables du courant galvanique sur les nerfs sensitifs.

Congrès de Médecine de Moscou, 1897. Archives de Physiologie, 1897, et Archives d'Électricité médicale, 1898.

Les recherches les plus récentes sur cette question d'électro-physiologie humaine sont dues au professeur Erb qui a classé dans l'ordre suivant les sensations successives produites par les états variables du courant galvanique: 1° CaFe; 2° AnO; 3° AnFe; 4° CaO.

J'ai repris ces recherches en précisant l'intensité du courant mieux que ne l'avait fait Erb et en me plaçant dans des conditions expérimentales, qui réduisent à leur minimum les causes d'erreur inhérentes à ce genre d'expériences.

Comme on ne peut pas employer pour les nerfs sensitifs la même méthode que pour les nerfs moteurs, ou, en d'autres termes, comme on ne peut pas comparer des effets sensitifs différents, j'ai choisi comme moyen d'étude l'apparition de la sensation; si nous ne pouvons pas, sans commettre d'erreur, comparer deux sensations électriques, nous pouvons, au contraire, nous rendre parfaitement compte du commencement d'une sensation. Grâce au choix de cette sensation minima, les résultats sont très nets et très constants.

Ces expériences ont montré chaque fois, contrairement au résultat d'Erb, que la sensation produite par l'état variable de positive-fermeture précédait celle due à l'état variable de positive-ouverture. En sorte que la succession des excitations sensitives se fait dans l'ordre suivant :

1° CaFe; 2° AnFe; 3° AnO; 4° CaO, ordre qui rappelle tout à fait les lois des excitations motrices, produites par ces mêmes états variables du courant galvanique.

24. — **Etude critique et expérimentale sur la topographie de la sensibilité électrique de la peau.**

Archives d'Électricité médicale, 1896.

Les auteurs qui ont cherché à explorer la sensibilité électrique de la peau aux différents points du corps de l'homme ont employé à peu près exclusivement le courant faradique qui ne permet pas de faire des mesures de l'intensité. J'ai eu recours au courant galvanique dont l'intensité peut être exactement déterminée. Après une étude historique et critique de la question, j'indique la technique suivie : elle a consisté à placer l'épiderme de chaque région explorée toujours dans le même état d'imbibition, et cela en employant une électrode liquide à laquelle le courant était amené par un crayon de charbon. Au lieu de chercher à produire une certaine sensation impossible à reconnaître, j'ai utilisé le seuil de l'excitation sensitive; le courant était établi peu à peu, très lentement et le sujet était prié d'indiquer le moment où il commençait à sentir le passage du courant. L'autre électrode, indifférente, était très large.

La topographie a été déterminée ainsi pour l'un et l'autre pôle. L'effet sensitif du pôle négatif est toujours plus précoce que celui du positif. Les nombres de milliampères

relevés montrent que la sensibilité électrique n'est pas développée également en tous les points. Dans la zône cutanée antérieure du corps, la délicatesse des filets nerveux sensitifs est maxima vers la face et le cou; viennent ensuite le membre supérieur et le tronc, puis le membre inférieur jusqu'au genou. Enfin la région la moins bien douée sous le rapport de la sensibilité électrique est représentée par la jambe et le pied; sur cette zône antérieure, il faut remarquer que certains points se distinguent des points voisins par leur exquise sensibilité électrique, comme le poignet, le mamelon et le scrotum.

Sur la zône postérieure du corps, la sensibilité électrique est moins grande qu'en avant.

25. — **De la sensibilité électrique de la peau. — Conditions physiques de son exploration.**

Prix Godard, 2,000 fr. 1 vol. in-8°, 180 pages et 20 figures, Paris, 1897.

Ce mémoire comprend, en plus d'une introduction, cinq chapitres qui se rapportent aux cinq formes de courant électrique utilisées en électrothérapie.

Dans l'introduction, je traite de la sensibilité en général et j'indique par quel mécanisme se produisent les sensations, et comment elles sont perçues.

Le chapitre Ier est relatif aux *courants galvaniques*. Afin d'expliquer le mécanisme de la sensation particulière perçue, j'ai recherché la part qui revient aux phénomènes calorifiques des courants dans l'excitation de la sensibilité électrique de la peau. L'élévation de la température constatée ne peut pas rendre compte de la sensation éprouvée sous les électrodes.

J'ai alors essayé de voir s'il se formait des produits chimiques par électrolyse soit au-dessus, soit au-dessous

de l'épiderme, permettant d'expliquer le sentiment de chaleur picotante pendant le passage du courant. Malgré tous les soins apportés à ces déterminations, je n'ai pu déceler nettement la faible proportion de composés chimiques mis en liberté. Cette minime quantité de caustiques est insuffisante pour expliquer la sensation électrique.

On est alors obligé d'admettre que c'est le courant lui-même qui agit sur la sensibilité de la peau. Ce qui prouve l'exactitude de cette manière de penser, c'est que les lois de Pflüger s'appliquent aux phénomènes sensitifs.

L'action des anesthésiques sur la sensibilité électrique est ensuite étudiée : de ces expériences il résulte que la sensibilité électrique n'est pas abolie, mais seulement diminuée.

Le chapitre II renferme les recherches que j'ai faites sur l'exploration de la sensibilité de la peau par le *courant faradique*.

Après avoir étudié les actions vasomotrices produites par ce courant, j'examine l'influence du condensateur de Fizeau sur les effets sensitifs; mes expériences prouvent que la sensibilité est bien plus régulièrement excitée lorsque la bobine inductrice possède ce condensateur.

L'influence du nombre d'interruptions des appareils faradiques est ensuite étudiée. L'effet sensitif varie avec ce nombre, mais non pas régulièrement : la sensibilité est de plus en plus vite excitée à mesure que le nombre des interruptions augmente.

J'ai examiné d'une manière spéciale ce que devient la sensibilité farado-cutanée, lorsqu'on augmente la capacité de la bobine induite.

J'ai cherché encore à voir ce que devenait la sensibilité de la peau lorsque le courant reste appliqué pendant un

certain temps au même point : la sensibilité est ainsi diminuée.

Dans le chapitre III, je m'occupe des *courants sinusoïdaux :* après avoir recherché la nature de la sensation produite par ces courants, j'expose mes recherches sur l'influence de la fréquence sur les effets sensitifs. J'ai trouvé qu'à mesure que la durée des périodes diminue la sensibilité est de plus en plus vite excitée.

Le chapitre IV se rapporte à la *franklinisation.*

L'influence du signe des étincelles est étudiée au point de vue de la différence des effets sensitifs produits par les étincelles positives et négatives. L'influence de la longueur des étincelles et de la grosseur des excitateurs est également recherchée.

Je m'occupe ensuite de l'*effluve statique* et des actions vasomotrices produites : j'ai vu que la température de la région effluvée s'abaisse notablement. Ce chapitre est terminé par l'étude de *l'aigrette* et du *bain statique.*

Dans le chapitre V, j'étudie les *courants de haute fréquence.* J'expose d'abord le dispositif employé pour les produire, puis j'indique le résultat de mes recherches sur la modification produite par ces courants, de la sensibilité électrique explorée à l'aide des courants galvaniques et faradiques.

En somme, il se dégage de l'ensemble de ces expériences des conséquences pratiques qui me paraissent importantes pour les applications électrothérapiques. Pour chaque forme de courant on peut, à l'aide des données contenues dans ce travail, connaître les moyens à utiliser pour appliquer le courant électrique au corps de l'homme en excitant *le moins possible* la sensibilité électrique.

V. — ÉLECTRICITÉ MÉDICALE.

26. — Précis d'électrothérapie.

Un volume de 600 pages, avec 146 figures. Préface de M. le professeur d'ARSONVAL. — PARIS, 1897.

Ce Précis est présenté d'une façon aussi élémentaire que possible, car il s'adresse aux praticiens. Le plan du livre est le suivant : 1° notions fondamentales d'électricité ; 2° production des différentes formes de courant utilisées en électrothérapie, courant constant (galvanique), courant sinusoïdal, courant faradique et galvano-faradique ; électricité statique ; courants de haute fréquence ; 3° application des différentes formes du courant électrique, c'est-à-dire *mesure* du courant employé, *graduation* de ce courant, *modification* de la forme et du sens (interrupteurs, renverseurs, métronomes, etc.), *application proprement dite* (électrodes et excitateurs) ; 4° électrophysiologie, c'est-à-dire étude des phénomènes qui se passent normalement dans l'organisme de l'homme lorsqu'on fait agir sur lui les différentes modalités électriques ; 5° électrodiagnostic ; 6° électrothérapie proprement dite.

Les analyses qui ont été faites dans de nombreux journaux scientifiques, tant en France qu'à l'étranger, semblent prouver que j'ai atteint le but que je m'étais proposé : donner aux médecins le moyen d'acquérir facilement les connaissances nécessaires pour leur permettre d'appliquer scientifiquement l'énergie électrique dans un but thérapeutique.

27. — Névrite périphérique secondaire chez un échassier.

En collaboration avec M. le professeur Bergonié. *Archives d'Electricité médicale et Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences,* Caen, 1894.

L'observation qui fait l'objet de ce travail est celle d'un jeune homme de 19 ans ayant l'habitude de marcher à échasses et qui eut, par suite d'un vice de construction de celles-ci, une lésion du nerf sciatique poplité externe droit. L'exploration électrique des muscles de la jambe paralysée révéla la présence de la réaction de dégénérescence pour le jambier antérieur, l'extenseur commun des orteils et l'extenseur propre du gros orteil; cette dégénérescence était partielle, car l'excitabilité faradique était seulement diminuée et non pas abolie; de plus, la contraction de l'An Fe n'était pas plus grande, mais seulement égale à celle de Ca Fe. On appliqua, dans ce cas, des courants faradiques rythmés et cela tous les deux jours ; après 21 jours, la guérison était complète et elle s'est bien maintenue depuis.

La névrite avait été occasionnée par une compression du nerf au niveau de la tête du péroné par l'extrémité supérieure de l'échasse droite qui était plus courte que la gauche.

28. — **Du traitement électrostatique de l'eczéma.**

Société de Médecine de Lyon, 1895, *et Archives d'Électricité médicale,* 1895.

La malade qui fait le sujet de cette observation était atteinte d'un eczéma lichénoïde extrêmement tenace et qui existait depuis 9 ans. Le placard le plus important siégeait à la région latérale gauche du cou au-dessous de l'oreille ; deux autres placards siégeaient : l'un, sur la poitrine à 2 centimètres de la fourchette sternale ; l'autre,

au pli de l'aine droite. A leur niveau, la peau était épaissie et un prurit intense obligeait la malade à se gratter jour et nuit. Le traitement électrostatique a consisté à soumettre la malade à l'action du bain et du souffle électrique pendant 10 minutes chaque fois et les séances avaient lieu tous les deux jours. La guérison a demandé environ deux mois à se produire.

29. — Nouvelle méthode de traitement de l'incontinence d'urine par les courants de Morton.

Archives d'Électricité médicale, 1896.

Ce traitement consiste à exciter localement le sphincter vésical par les courants de Morton. Pour cela, la machine statique est munie de ses condensateurs et les boules polaires sont rapprochées suffisamment pour qu'il y ait 6 à 8 étincelles par seconde. L'armature externe de l'une des bouteilles est mise en relation avec le sol ; l'armature externe de l'autre bouteille de Leyde est reliée à l'excitateur vésical ordinaire terminé par une olive métallique introduite au niveau du sphincter de la vessie ; le malade n'est pas isolé. A chaque étincelle qui jaillit entre les boules polaires, il se produit une violente excitation des fibres sphinctériennes.

Le malade dont j'ai publié l'observation était un soldat de 22 ans qui était atteint d'incontinence par atonie du sphincter depuis son enfance. Les traitements habituels n'avaient donné aucun résultat.

J'utilisai d'abord les procédés de Steavenson et de Guyon, sans le moindre succès. L'emploi des courants de Morton amena une guérison rapide ; les séances étaient quotidiennes et même bi-quotidiennes, au début.

L'efficacité de cette méthode de traitement a été con-

firmée depuis par le Dr Capriati, de Rome (voir *Archives d'Electricité médicale*, 1898), qui a rapporté un cas très net de guérison par ces mêmes courants.

30. — Contribution au traitement du goître exophtalmique.
Archives d'Électricité médicale, 1894.

Cette étude est relative à deux cas de goître exophtalmique, l'un à forme grave, l'autre à forme fruste, qu'il nous a été donné d'observer et de suivre soigneusement.

La première observation se rapporte à une femme de 40 ans, présentant la triade symptomatique habituelle accompagnée, comme presque toujours, de tremblement et de transpiration. La faradisation de l'orbiculaire des paupières, de la branche supérieure du facial, du ganglion cervical supérieur et de la région précordiale (Vigouroux), ainsi que la faradisation rythmée de la région thyroïdienne a été faite régulièrement tous les deux jours. Après trois mois de traitement les différents symptômes avaient disparu ; le pouls était tombé de 130 à 86 pulsations ; le goître s'était résorbé, l'exophtalmie était devenue à peu près nulle ; en même temps, le tremblement et la moiteur de cette femme n'existaient plus.

Dans la deuxième observation, il s'agit d'une femme de 29 ans, présentant un goître, des palpitations et de la tachycardie, du tremblement ; il n'y avait pas d'exophtalmie. Le traitement prolongé pendant deux mois a eu pour résultat de faire disparaître les palpitations et la tachycardie.

31. — Traitement des vomissements incoercibles de la grossesse.

En collaboration avec le Dr Vernay. *Archives d'Électricité médicale,* 1898.

Les modifications que nous avons apportées au traitement des vomissements incoercibles consistent : 1° à soumettre à la fois les deux pneumogastriques à l'action du pôle positif du courant galvanique, l'électrode négative étant appliquée au niveau de l'estomac ; 2° à utiliser, en plus de l'action de l'état permanent du courant, celle de l'état variable de fermeture.

Nous avons pris une électrode curviligne, dont les bords extrêmes correspondaient aux deux pneumogastriques au cou et dont l'espace médian était rendu isolant à l'aide de lames de caoutchouc.

L'intensité une fois réglée à la valeur voulue avec le rhéostat, cette électrode était enlevée pour être replacée sur le cou dès qu'il y avait imminence de nausée.

Cette méthode a permis d'obtenir la guérison complète d'une femme enceinte de trois mois et pour laquelle la question d'avortement avait été posée par trois médecins, tellement était grave l'état résultant de ces vomissements contre lesquels tout avait été tenté avant notre intervention.

32. — Synovite tendineuse chronique simple, guérie par l'emploi du courant galvanique.

Archives d'Électricité médicale, 1896.

Il s'agit dans cette observation d'une malade atteinte d'une tumeur synoviale, siégeant en avant de la malléole externe : son axe antéro-postérieur mesurait 4 centimètres, son axe transversal 3 centimètres. La circonfé-

rence du pied au niveau de cette synovite était de 27 centimètres. Les limites de la tumeur montrent qu'elle correspondait aux gaines tendineuses qui se trouvent à l'intersection du ligament annulaire dorsal et des tendons de l'extenseur commun des orteils. La fluctuation était nette. Le traitement a consisté à appliquer une électrode de 20 centimètres carrés sur la tumeur et reliée au pôle négatif. L'intensité employée a été de 20 mA. Après 15 jours de traitement quotidien, la circonférence du pied était de 22 centimètres au lieu de 27 et la résorption était complète.

33. — **Paralysie récurrentielle, guérie par les courants faradiques rythmés.**

En collaboration avec le Dr Royet, *Archives d'Électricité médicale*, 1896.

Il s'agissait d'un jeune homme atteint de paralysie d'une corde vocale et dont la voix était rauque et bitonale. Cette paralysie d'origine récurrentielle fut traitée par les courants faradiques rythmés, et, après quinze jours, l'examen laryngoscopique montra le retour *ad integrum* de la corde paralysée, en même temps la voix devint ce qu'elle était avant.

34. — **Traitement électrique de la névralgie faciale (tic douloureux de la face).**

Observation publiée dans le travail de M. le professeur Bergonié, *Congrès de Moscou*, 1897, et *Archives d'Électricité médicale*, 1897.

C'est par la méthode indiquée par M. le professeur Bergonié que ce traitement a été institué.

Grâce à une large électrode bien appliquée sur la moitié de la face d'un malade atteint de névralgie rebelle du trijumeau, j'ai pu arriver progressivement à l'intensité

énorme de 100 mA, qui ne paraît pas avoir été atteinte jusqu'à présent dans le cas de la face. Cette électrode était reliée au pôle positif. L'amélioration obtenue a été en augmentant et la guérison persiste depuis un an.

35. — **Nouvelle méthode de traitement de l'acné par la franklinisation.**

Congrès de Médecine de Moscou, et *Archives d'Électricité médicale*, 1897.

C'est aux variétés ponctuée et pustuleuse de l'acné que ce traitement a été appliqué. Il consiste à soumettre le malade à l'action du bain électrostatique et à celle du souffle électrique ; le malade est isolé sur un tabouret à pieds de verre et est mis en communication électrique avec le pôle négatif d'une machine électrostatique *à grand débit*. En avant de la face du malade est disposée une pointe métallique dont l'angle au sommet est de 90° environ et qui est reliée au sol. Cette pointe à effluves a pour effet d'augmenter la quantité d'électricité qui passe par le corps du sujet. Il se produit en même temps, sous l'influence du souffle électrique des actions vaso-motrices mises en évidence par l'auteur dans ses recherches sur la *sensibilité électrique de la peau*.

Chaque séance dure quinze minutes et le traitement est appliqué tous les deux jours. L'efficacité incontestable de cette méthode de traitement a été démontrée par la guérison complète et définitive d'un cas d'acné de la face et du cou très étendu chez un homme de vingt et un ans. Tous les traitements avaient été vainement essayés depuis sept ans. Le résultat s'est fait sentir dès les quinze premières séances : la peau est devenue un peu moins grasse et moins luisante, ce qui indiquait bien qu'une modification se produisait dans la sécrétion sébacée. La

durée du traitement a été d'environ deux mois. La guérison s'est maintenue depuis février dernier; le printemps n'a amené aucune nouvelle poussée d'acné.

Le résultat thérapeutique remarquable produit par la franklinisation permet de penser que l'électricité a eu pour effet principal de régulariser la nutrition générale du malade, de modifier la sécrétion sébacée et dans sa qualité et dans sa quantité, et enfin, de placer ces glandes dans un état de plus grande résistance qui les a mises à l'abri des agents pathogènes, cause des suppurations endo et périfolliculaires de l'acné pustuleuse.

36. — **Sur un nouveau phénomène observé dans la paralysie faciale périphérique et sur sa valeur pronostique.**

Congrès de Médecine, Moscou, 1897, *Semaine médicale*, 1897, et *Archives d'Électricité médicale*, 1898. En collaboration avec le Dr Frenkel, agrégé de médecine.

Un nouveau signe de la paralysie faciale phériphérique, et qui possède une certaine valeur pronostique, consiste en ceci : lorsqu'on engage un malade atteint de paralysie faciale périphérique grave à fermer les yeux au moment où ils se trouvent en position primaire, on constate que l'œil du côté sain se ferme énergiquement, tandis que du côté malade, après une très légère diminution de la fente palpébrale, le globe oculaire, resté visible à l'observateur, se porte d'abord en haut et ensuite légèrement en dehors, pendant que la paupière supérieure finit de s'abaisser d'une certaine quantité, variable avec le degré de paralysie du muscle orbiculaire des paupières. En d'autres termes, le malade ne peut pas fermer les paupières du côté paralysé, sans dévier en même temps le globe oculaire en haut et légèrement en dehors; si le malade fixe un objet placé devant lui, il est obligé d'aban-

donner la fixation de cet objet, pour pouvoir faire entrer en contraction son orbiculaire palpébral.

L'importance pronostique de ce signe est un corollaire de cet autre fait observé par les auteurs, que l'étendue du mouvement du globe oculaire en haut et en dehors lors de la fermeture de l'œil chez un malade atteint de paralysie faciale phériphérique est en rapport direct avec le degré de la réaction de dégénérescence qu'on peut constater à l'exploration électrique. D'où la conclusion que si, dans la paralysie faciale périphérique, les efforts pour fermer l'œil du côté paralysé aboutissent en partie sans que l'œil se porte en haut et en dehors, on peut s'attendre à trouver une réaction galvanique physiologique à l'examen électrique et porter un bon pronostic; que si, par contre, l'œil ne peut être fermé en partie qu'au prix du mouvement supéro-latéral ci-dessus, il y aura RD et le pronostic est dès lors plus sévère.

L'explication de ce phénomène est également l'explication de sa valeur pronostique. Il s'agit d'une contraction associée du muscle petit oblique de l'œil, contraction d'autant plus énergique que la paralysie de l'orbiculaire des paupières est plus grave. L'excitation corticale du nerf facial ne pouvant pas aboutir à une contraction musculaire (dans le domaine de l'orbiculaire des paupières par exemple), la décharge nerveuse se répand sur une autre voie et produit la contraction du petit oblique. L'hypothèse de Mendel sur les rapports du noyau du facial oculaire, avec les noyaux du moteur oculaire commun, expliquerait topographiquement le passage de la décharge nerveuse du noyau de l'orbiculaire dans celui du petit oblique par voisinage direct, le noyau du petit oblique étant le dernier du groupe latéral des noyaux du moteur commun et le noyau du facial oculaire lui faisant

immédiatement suite. L'hypothèse de Bechterew sur les fibres d'association entre les noyaux du facial et du moteur commun peut expliquer le même phénomène d'une façon analogue. En tous cas, on conçoit que pour que la décharge nerveuse se diffuse sur les noyaux du petit oblique, soit par voisinage, soit par les fibres d'association, il est nécessaire que l'obstacle rencontré à la périphérie soit très considérable, comme cela a lieu lorsqu'il y a réaction de dégénérescence.

37. — Sur le phénomène de Ch. Bell dans la paralysie faciale et sur sa valeur pronostique.

En collaboration avec M. Frenkel. (*4e Congrès de Médecine interne de Montpellier*, 1898)

A la suite de notre travail publié dans la *Semaine Médicale* parurent un certain nombre de publications en France, en Italie et en Allemagne. Dans notre communication faite au Congrès de Montpellier nous répondons aux auteurs de ces publications, M. Bernhardt, M. Negro, M. Pierre Bonnier, M. Campos. Tous ces auteurs reconnaissent l'exactitude des faits observés par nous, mais les uns proposent une autre explication, les autres réclament la priorité, soit pour eux-mêmes (Negro), soit pour d'autres (Bernhardt). Nous considérons la réclamation de M. Bernhardt comme justifiée en faveur de Ch. Bell, qui avait décrit le même phénomène il y a 75 ans, bien qu'incidemment et d'une façon moins complète que nous. Mais nous attirons l'attention sur ce point essentiel que personne avant nous n'a songé à tirer parti de ce signe pour en déduire le pronostic d'une paralysie faciale périphérique.

VI. — RAYONS X.

38 — **Radiations produites par les décharges électriques dans les gaz raréfiés.**

Conférences de Physique du semestre d'hiver. Deux leçons recueillies et autographiées par MM. Barruel et Lagoutte, Lyon, 1898.

C'est l'exposé des recherches de Lénard et Hertz et de Röntgen, fait d'une façon élémentaire pour les étudiants en pharmacie auxquels s'adressaient ces conférences. Les rayons cathodiques sont d'abord étudiés; ce sont ensuite les rayons X dont les propriétés sont mises en évidence par les expériences connues. Je consacre la dernière partie aux applications de ces radiations : la radiographie et fluoroscopie.

39. — **Influence des rayons X sur le phénomène de l'osmose.**

Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 1898.

J'ai établi expérimentalement que les rayons X ralentissent le phénomène de l'osmose. Pour cela, j'ai pris comme cuve destinée à recevoir l'osmomètre une boîte en bois paraffinée, transparente pour ces radiations et pleine d'eau. L'osmomètre était constitué par un tube à entonnoir fermé par une membrane de parchemin. En plaçant soit une solution de sucre, soit une solution de chlorure de sodium dans l'osmomètre, j'ai trouvé que l'ascension du liquide dans le tube était très ralentie dès que les rayons X tombaient sur la membrane. Je me suis assuré d'autre part que cet effet n'était pas le résultat du champ électrostatique créé par la source employée, en protégeant l'appareil au moyen d'une grande lame d'alu-

minium interposée entre le tube de Crookes et la cuve de l'osmomètre et reliée au sol. L'explication du ralentissement observé paraît résider dans les modifications apportées par les rayons X dans les phénomènes électro-capillaires dont la membrane de parchemin est le siège pendant l'osmose. Les échanges interstitiels qui s'opèrent dans l'organisme par le mécanisme de l'osmose subissent très probablement cette même influence retardatrice lorsqu'une région du corps d'un animal reste exposée pendant un certain temps à l'action des rayons X. C'est peut-être là une cause des modifications produites par les rayons X sur l'organisme.

40. — **Du meilleur dispositif à adopter pour obtenir des rayons X avec une machine statique.**

Archives d'Électricité médicale, 1898.

La machine statique peut, concurremment avec la bobine de Ruhmkorff, être utilisée pour exciter le tube de Crookes.

Il faut pour cela choisir une machine ne s'inversant pas pendant la marche, ayant un débit aussi grand que possible.

Le tube de Crookes peut être excité par la machine de trois manières différentes : 1° en plaçant ses électrodes en simple connexion avec les pôles de la machine ; 2° en utilisant les courants de Morton, comme M. Leduc, l'a conseillé ; 3° en interrompant le circuit en deux points, de part et d'autre des deux pôles.

Si l'on cherche à obtenir des radiographies d'un même objet avec chaque mode d'excitation, en employant le même temps de pose et en se plaçant dans les mêmes conditions, comme je l'ai fait, on trouve que c'est le dernier procédé qui fournit le meilleur rendement en rayons X.

Les interrupteurs les plus commodes sont ceux de Monell qui permettent de faire varier la longueur des étincelles pendant la marche de la machine.

Ce dispositif donne des résultats aussi satisfaisants pour la radiographie et pour la radioscopie, que l'emploi des bobines de Ruhmkorff. Il a l'avantage de nécessiter une dépense bien moins grande d'énergie électrique et les rayons qui émanent du tube de Crookes ne produisent pas d'accidents cutanés, d'érythèmes, comme cela ne manque jamais d'arriver avec les bobines, lorsque le temps de pose atteint quelques minutes.

VII. — OPTIQUE.

41. — Sur le pouvoir dioptrique des systèmes centrés. — Application de la formule du professeur Monoyer.

Société des Sciences physiques de Bordeaux, 1898.

Le pouvoir dioptrique d'un système centré formé de deux dioptres quelconques peut être exprimé par la formule suivante établie par M. Monoyer

$$\Phi' = \delta \times F_1' \times F_2'$$

dans laquelle F_1' est le pouvoir dioptrique postérieur du premier dioptre, F_2' celui du second dioptre et δ la distance du foyer postérieur du premier dioptre au foyer antérieur du second.

Dans le cas de l'œil, F_1' est le pouvoir dioptrique de la cornée, F_2' est celui de la lentille cristallinienne et alors

$F_2' = F_2$; quant à la distance δ, elle a pour expression

$$\delta = f_1' + f_2 - d.$$

f_1' étant la distance focale postérieure de la cornée, f_2 la distance focale du cristallin et d la distance du pôle de la cornée au premier plan principal de la lentille cristallinienne.

Le pouvoir dioptrique de l'œil schématique est par suite

$$\Phi' = F_1' + F_2 - d.\ F_1' \cdot F_2$$

Cette formule permet d'exprimer la valeur du rayon de courbure de la cornée dans le cas des amétropies de l'œil, en fonction du degré d'amétropie. Il suffit de remplacer F_1', pouvoir dioptrique de la cornée, par la valeur $\frac{n-1}{n} \times \frac{1}{r}$; si on désigne par E' le pouvoir dioptrique que devrait posséder l'œil amétrope considéré pour être rendu emmétrope et si R est le degré d'amétropie de cet œil, on a

$$r = \frac{(n-1)(1-dF_2)}{(E'+R-F_2)}$$

Cette formule est très utile à connaître lorsqu'on veut chercher la valeur du rayon de courbure correspondant à un degré d'amétropie donné, en partant d'une valeur moyenne de r que l'on peut prendre égale à 7mm8, d'après les déterminations de Donders, Tscherning et Bourgeois.

42. — A propos de la lentille équivalente à deux lentilles minces non au contact.

Memoires de la Société d'Ophtalmologie et de Laryngologie de Bordeaux, 1894.

Ce travail est la réfutation d'une construction géométrique ayant la prétention de faire connaître la valeur et la position de la lentille mince capable de remplacer deux lentilles non au contact.

En considérant les différents cas qui peuvent se présenter, j'ai démontré expérimentalement et géométriquement que jamais la lentille indiquée par la construction que les *Annales d'Oculistique de Paris* ont publiée, en février 1894, sous la signature du docteur Lagrange, n'imprimait aux rayons lumineux la même marche que les deux lentilles non au contact. La lentille capable d'être substituée à deux autres formant un système centré doit posséder les mêmes points cardinaux que ceux de ce système.

43. — **Modifications de la grandeur des images rétiniennes par les verres correcteurs dans les différentes amétropies.**

Archives d'Ophtalmologie de Paris, 1894.

Lorsqu'un œil amétrope, myope ou hypermétrope, est corrigé, les images rétiniennes sont-elles égales à celles obtenues dans les mêmes conditions par un œil emmétrope? La mesure de l'acuité visuelle se faisant avec les mêmes caractères pour tous les yeux, il était intéressant de résoudre cette question et cela, aussi élémentairement que possible. J'ai fourni une démonstration susceptible d'être comprise des étudiants en médecine.

J'ai considéré successivement : 1° les amétropies axiles ; 2° les amétropies de courbure ; 3° les amétropies d'indice. Pour les premières, il y a égalité entre les images rétiniennes lorsque le verre correcteur est dans le plan focal antérieur de l'œil. Pour les deuxièmes, lorsque le verre touche la cornée. Enfin, pour les troisièmes, l'égalité ne peut pas être obtenue avec le verre correcteur, car il faudrait que celui-ci fût placé à l'intérieur de l'œil.

J'ai pu vérifier expérimentalement l'égalité des images rétiniennes dans le cas des amétropies de courbure..

44. — De l'acuité visuelle vraie et de l'acuité apparente chez les yeux amétropes.

Archives d'Ophtalmologie, Paris, 1893.

Lorsqu'un œil amétrope est corrigé, les images rétiniennes des objets deviennent égales à celles qui se forment dans les mêmes conditions chez l'œil emmétrope; mais si l'on cherche ce que devient l'angle visuel, on trouve que cet angle est modifié par l'interposition du verre correcteur. Or, il est possible de mesurer l'acuité visuelle d'un œil amétrope en ne modifiant pas l'angle sous lequel un objet est vu ; il suffit d'employer l'optomètre du professeur Badal dont l'œilleton a été enlevé ; on fait alors coïncider le foyer de la lentille de l'optomètre avec le point nodal de l'œil.

L'acuité visuelle ainsi déterminée est l'*acuité vraie* de l'œil amétrope. Lorsqu'au contraire on mesure l'acuité soit avec l'optomètre muni de son œilleton, soit à distance (5 mètres) avec le verre correcteur, la valeur trouvée est différente, et l'acuité ainsi déterminée est l'*acuité apparente* de l'amétrope. Il existe entre ces deux acuités une relation simple que j'ai établie élémentairement en faisant les calculs sur l'œil réduit. Dans le cas des amétropies axiles, on a, en désignant par V l'acuité vraie de l'œil, par Va son acuité apparente et par N son degré d'amétropie.

$$V = Va\,(1 \pm 0{,}02 \times N)$$

Pour les amétropies de courbure, on a

$$V = Va\left(1 \pm \frac{0{,}005 \times N}{1 \pm 0{,}015 \times N}\right)$$

Le signe + se rapporte dans les deux formules à la myopie, le signe — à l'hypermétropie.

On voit que l'acuité vraie, pour les myopes, est plus grande que l'acuité apparente, tandis que c'est l'inverse pour les hypermétropes.

45. — **Amétropies axiles et amétropies de courbure.** Principe d'une méthode permettant d'en faire le diagnostic différentiel. (*Lyon médical*, 1898.)

J'ai démontré dans un autre travail que l'acuité apparente d'un œil amétrope axile ou de courbure est reliée à l'acuité vraie de ce même œil par une formule simple où entre le degré d'amétropie. On a, pour les amétropies axiles

$$Va = \frac{V}{1 \pm 0,02 \times N}$$

et pour les amétropies de courbure

$$Va = \frac{V\,(1 \pm 0{,}015 \times N)}{1 \pm 0{,}02 \times N}.$$

Ces formules permettent de connaître la valeur de l'acuité apparente d'un œil amétrope en fonction de son acuité vraie et du degré N d'amétropie.

Si l'on donne à N les valeurs 1, 2, 3,... 10 dioptries, on obtient les valeurs correspondantes de Va et l'on peut construire avec les nombres trouvés des courbes exprimant la variation de Va, en fonction de V, avec le degré d'amétropie.

Or, ces courbes montrent que pour un degré donné d'amétropie l'acuité apparente est très voisine de l'acuité vraie, dans le cas des amétropies de courbure, tandis que cette même acuité apparente est sensiblemement différente de l'acuité vraie, dans le cas des amétropies axiles. Comme, d'autre part, la mesure de ces deux acuités se fait très simplement avec l'optomètre de Badal, ainsi que je l'ai établi ailleurs, il suffira de faire

deux déterminations d'acuité (œilleton en place et œilleton enlevé) pour savoir à quelle catégorie d'amétropie appartient l'œil considéré.

Dans le cas de la myopie, si l'œil lit les mêmes caractères de l'échelle de la plaque de l'optomètre lorsque celui-ci est muni ou non de son œilleton, on a affaire à une myopie *de courbure;* si, au contraire, l'œil ne peut plus lire les mêmes lettres, c'est-à-dire si son acuité visuelle a sensiblement diminué lorsque l'œilleton est en place, la myopie est *axile*.

Dans le cas de l'hypermétropie : si l'acuité augmente d'une valeur sensible quand l'œilleton est en place, l'hypermétropie est *axile*.

Pour pouvoir vérifier la valeur pratique de cette nouvelle méthode, il faut mesurer en même temps, dans chaque cas, le rayon de courbure de la cornée pour savoir si la courbure cornéenne est augmentée (myopie de courbure) ou diminuée (hypermétropie de courbure) ou si enfin elle n'est pas modifiée (amétropies axiles).

A l'aide de la formule du professeur Monoyer donnant la valeur du pouvoir dioptrique d'un système centré, j'ai calculé le rayon de courbure correspondant aux différents degrés d'amétropies de courbure, en partant d'une valeur moyenne de ce rayon qui est $7^{mm}8$, d'après les recherches des auteurs qui ont fait le plus grand nombre de mesures. — Pour la myopie de courbure le rayon de la cornée diminue de $0^{mm},2$ pour une dioptrie de myopie; pour l'hypermétropie de courbure, il augmente de $0^{mm},4$, pour une dioptrie d'hypermétropie.

46. — **Nouvelle échelle optométrique décimale pour la mesure des acuités visuelles physiologiques V > 1.**

Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, 1897.

Les échelles optométriques ne permettent la mesure de l'acuité visuelle, *à distance fixe*, que dans le cas où l'acuité est inférieure ou égale à l'unité. Or, ainsi qu'un grand nombre d'ophtalmologistes l'ont remarqué, lorsqu'on présente, à la distance de 5 mètres, à un œil sain et emmétrope les différents modèles d'échelles optométriques bien éclairées, les caractères les plus petits sont vus nettement et l'on est obligé, si l'on veut effectuer une mesure, de faire reculer le sujet de plusieurs mètres.

Mais il n'est pas toujours possible de disposer d'une pièce suffisamment grande pour rendre la distance égale à 10 ou 12 mètres ; de plus, le médecin n'a pas toujours des caractères plus petits à présenter au sujet examiné ; enfin les caractères contenus dans les recueils *ad hoc* varient trop brusquement de grandeur d'une ligne à la suivante pour permettre une mesure exacte.

Mon échelle permet, au contraire, très commodément la détermination des acuités supérieures à l'acuité réputée normale que l'on a prise pour unité. Elle se compose de neuf lignes contenant des caractères dont les dimensions ont été calculées de manière que le sujet, placé à 5 mètres, voie les lettres de chaque ligne comme s'il regardait la plus petite ligne d'une échelle ordinaire (de Monoyer par exemple) aux distances successives de 5m,50 ; 6m ; 6m,50 ; 7m ; 7m,50 ; 8m ; 9m ; 10m ; 12m.

Les acuités correspondant à chaque ligne sont respectivement égales à 1,1 ; 1,2 ; 1,3 ; 1,4 ; 1,5 ; 1,8 ; 1,0 ; 2 ; 2,4.

Les caractères latins ont été choisis de préférence aux caractères antiques, à cause de leur disposition générale un peu plus compliquée, grâce à laquelle il est possible de préciser le moment où les caractères commencent à n'être plus distingués nettement.

Un autre avantage de cette échelle est de rendre la mesure des amétropies, par la méthode de Donders, bien plus exacte qu'avec les échelles ordinaires.

47. — Variation de l'acuité visuelle avec l'âge.

Société d'Hygiène de Bordeaux, 1894.

D'après les déterminations de Vroesom de Haan, l'acuité visuelle diminue progressivement et régulièrement depuis la naissance jusqu'à l'extrême vieillesse; c'est ce que traduit algébriquement la formule du professeur Monoyer

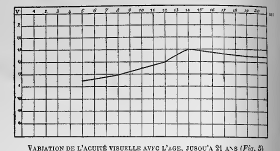
$$V = 1,19 - 0,001\,x^2$$

x étant l'âge du sujet. M'étant aperçu que les enfants lisaient moins facilement les caractères de l'échelle d'acuité que les adultes jeunes, j'ai entrepris des déterminations systématiques depuis 5-6 ans jusqu'à 20-21 ans, pour vérifier si la loi établie par de Haan s'appliquait bien. Ces recherches ont porté sur un très grand nombre d'yeux pris dans trois écoles de garçons. J'ai exclu les yeux myopes de degré supérieur à 3 dioptries.

Les nombres trouvés ont montré que l'acuité visuelle, loin de décroître, comme l'indique la formule établie plus haut, croît au contraire depuis 5-6 ans jusqu'à 14-15 ans, qu'ensuite elle reste sensiblement stationnaire et qu'enfin elle diminue peu à peu jusqu'à la vieillesse. Cet âge 14-15 ans paraissant correspondre à l'époque de la puberté, j'ai cherché à voir si chez la femme il y avait



également coïncidence entre ce moment de la vie et le



VARIATION DE L'ACUITÉ VISUELLE AVEC L'AGE, JUSQU'A 21 ANS (*Fig. 5*)

maximum de l'acuité visuelle : les déterminations faites dans une école de filles ont effectivement conduit à ce double résultat : c'est que l'acuité visuelle est, toutes choses égales d'ailleurs, plus petite chez la femme que chez l'homme et en second lieu, l'acuité visuelle croît d'abord jusqu'à 11-13 ans, pour subir ensuite une diminution lente et progressive.

La loi biologique ainsi établie est donc générale : l'acuité visuelle va en augmentant depuis la naissance jusqu'à l'époque de la puberté : elle reste sensiblement à la même valeur pendant quelques années, puis décroît ensuite jusqu'à l'extrême vieillesse.

48. — Détermination de l'acuité visuelle des yeux amétropes à l'aide de l'optomètre du professeur Badal.

Archives d'ophtalmologie, Paris, 1893.

On sait que dans l'optomètre de Badal on peut faire coïncider le foyer de la lentille de l'appareil soit avec le foyer antérieur, soit avec le point nodal de l'œil examiné,

grâce à l'œilleton que l'on peut enlever à volonté.

Dans le cas de l'œil emmétrope, la détermination de l'acuité visuelle avec l'optomètre peut se faire indifféremment en laissant l'œilleton ou en l'enlevant; la valeur trouvée reste la même, à condition toutefois de placer le tube mobile au zéro, lorsqu'on se sert de l'œilleton ; dans l'autre cas, au contraire, l'œil peut accommoder sans troubler la valeur de l'acuité.

Dans les amétropies, lorsque le tube est placé à la position qui correspond au degré d'amétropie, la présence ou l'absence de l'œilleton fournit des valeurs de l'acuité différentes dans l'un et l'autre cas.

J'ai démontré que lorsque l'appareil est muni de son œilleton, l'acuité est mesurée comme si l'on se servait d'une échelle ordinaire, située à 5 mètres de l'œil corrigé avec un verre convenable; c'est l'acuité *apparente* de cet œil. Lorsque l'œilleton est enlevé, c'est-à-dire lorsque le foyer de la lentille de l'optomètre coïncide avec le point nodal de l'œil, les calculs élémentaires que j'ai établis prouvent que l'on mesure alors l'acuité *vraie* de cet œil. Pour pouvoir obtenir une mesure exacte de l'une ou l'autre acuité, il était nécessaire de modifier la plaque d'épreuve de l'optomètre; telle qu'elle est habituellement, cette plaque ne permet la détermination de V que si l'acuité est inférieure à 1, ce qui est, dans le cas des yeux sains, emmétropes ou amétropes, tout à fait l'exception comme je l'ai établi. La modification que j'ai fait subir au cliché photographique réduit, a consisté à remplacer les caractères de cartes à jouer qui se trouvent à droite, par mon échelle décimale d'acuité réduite dans la même proportion que l'échelle de Snellen constituant la partie gauche de la plaque. Cette modification permet de mesurer toutes les valeurs de l'acuité au dessus de 1, jusqu'à 2, 4.

49. — **De l'acuité visuelle. Étude physique et clinique.**

Thèse pour le Doctorat en médecine, 1 vol., 170 pages, avec 25 figures et une planche de phototypie, Paris 1893.

Ce travail est divisé en dix chapitres : dans le premier, j'ai étudié la question importante du *minimum separabile* et j'arrive à cette conclusion que l'angle de une minute adopté par Giraud-Teulon et Sellen est trop grand ; la valeur de 30 secondes paraît mieux répondre à l'expression du pouvoir séparateur de l'œil physiologique avec un bon éclairement.

II. — L'acuité visuelle que l'on peut définir avec Sigalas, la propriété physiologique, en vertu de laquelle deux images rétiniennes de même grandeur, de même intensité et de même position, procurent à deux yeux différents une vision inégalement nette, inégalement distincte d'un même objet, est mesurée par l'inverse de l'angle le plus petit, sous lequel un œil peut encore reconnaître la forme d'objets donnés. Les conditions qui font varier la valeur de cet angle sont successivement examinées.

III. — La mesure de l'acuité visuelle peut se faire de deux manières : 1° en faisant varier la distance et en présentant le même objet-type à tous les yeux ; 2° en laissant constante la distance et en faisant varier la grandeur des objets-types. Les avantages et les inconvénients de chacune de ces méthodes sont passés en revue.

IV. — Les verres correcteurs qu'il faut placer devant les yeux amétropes lorsqu'on détermine l'acuité visuelle à distance faisant varier la grandeur des images rétiniennes dans ces yeux, nous arrivons, par un procédé élémentaire, n'utilisant que la connaissance des dioptes et des lentilles minces, à démontrer qu'un œil amétrope corrigé reçoit sur sa rétine des images rétiniennes égales

à celles formées sur la rétine de l'œil emmétrope dans les mêmes conditions ; cette démonstration est faite pour les amétropies axiles et pour les amétropies de courbure.

V. — Les différentes échelles optométriques sont ensuite successivement étudiées : elles présentent toutes l'inconvénient de ne permettre, à la distance fixe de 5 ou 6 mètres, que la mesure de l'acuité 1 ; or, dans le cas des yeux physiologiques, l'acuité visuelle est supérieure à la valeur réputée normale et prise pour unité. L'échelle décimale que j'ai construite et dont les détails sont exposés, permet la détermination des acuités supérieures à 1, depuis 1, 1 à 2, 4 : on peut donc avoir avec cette échelle une mesure exacte de l'acuité.

VI. — Lorsqu'un verre correcteur est placé devant un œil amétrope, il produit l'égalité des images rétiniennes, mais il modifie la grandeur de l'angle sous lequel l'objet est vu par cet œil. Il est nécessaire de faire une distinction entre l'acuité mesurée avec le verre correcteur, à distance, et celle que l'on détermine chez ce même œil amétrope, à l'aide, par exemple de l'optomètre de Badal dont l'œilleton a été enlevé (coïncidence du foyer de la lentille optométrique avec le point nodal de l'œil); il y a alors constance de l'angle sous lequel sont lus les caractères de l'échelle. J'appelle la première acuité, *acuité apparente* de l'œil amétrope, et la seconde *acuité vraie*. Les calculs établis permettent de se rendre facilement compte de l'influence des verres correcteurs sur la valeur de l'acuité des yeux amétropes.

VII. — Je démontre dans le septième chapitre, et très élémentairement, que l'acuité visuelle d'un œil amétrope, déterminée avec l'optomètre de Badal lorsque l'appareil est muni de son œilleton, correspond à l'acuité apparente de cet œil, tandis que l'acuité mesurée lorsque l'œille

ton est enlevé est l'acuité vraie de ce même œil. J'établis le principe d'une méthode qui pourrait permettre de différencier les amétropies de courbure des amétropies axiles, par deux déterminations successives d'acuité. La plaque d'épreuve de l'optomètre devrait alors être modifiée de façon à pouvoir obtenir la valeur limite exacte de l'acuité.

VIII. — L'influence de l'éclairement de l'échelle d'acuité est étudiée avec assez de détails ; mais il n'y a pas dans ce chapitre de recherches personnelles.

IX. — Le diamètre de la pupille a une grande influence sur la valeur de l'acuité visuelle : j'ai pu mesurer ce diamètre en photographiant une image agrandie de la pupille ; en tenant compte du grossissement de l'appareil photographique et de celui du dioptre cornéen, on obtient la valeur du diamètre pupillaire. On évite ainsi les erreurs inhérentes à tous les pupillomètres. J'ai trouvé la loi qui relie la valeur de l'acuité à celle du diamètre de la pupille et j'ai construit la courbe de cette variation.

X. — Enfin, dans le dernier chapitre j'expose le résultat d'un grand nombre de déterminations d'acuité aux différents âges. Alors que l'on admettait jusqu'à présent que l'acuité allait en décroissant depuis la naissance jusqu'à la vieillesse, d'une manière assez régulière, j'ai établi, au contraire, que la valeur de l'acuité va d'abord en croissant jusqu'à l'âge de la puberté, aussi bien chez les garçons que chez les filles, et qu'ensuite l'acuité décroît très lentement jusqu'à la vieillesse. La courbe de la variation de l'acuité avec l'âge est donc, d'après mes déterminations tout à fait différente de celle qui était indiquée.

30. — Etudes sur l'acuité visuelle et sur l'amplitude d'accommodation.

Archives d'Ophtalmologie, Paris 1897. En collaboration avec le Dr Fromaget.

Nous avons examiné 960 yeux au double point de vue de l'acuité visuelle et de l'amplitude d'accommodation.

L'un de nous déterminait le punctum proximum au moyen de l'optomètre de Badal et l'acuité visuelle à l'aide de mon échelle décimale pour $V > 1$, tandis que l'autre mesurait le degré d'amétropie par la méthode de Cuignet, dans un local différent.

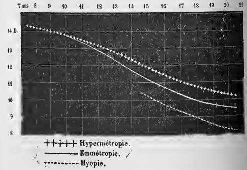
Pour ce qui est de l'acuité visuelle, la courbe obtenue avec les nombres trouvés a la même allure que celle déjà construite dans mes recherches antérieures qui datent de 1892 et 1893 ; c'est une confirmation absolue de la loi que j'ai établie : à savoir que l'acuité visuelle croît d'abord jusqu'à l'âge de la puberté pour décroître ensuite très lentement jusqu'à la vieillesse.

Dans la seconde partie de ce travail, nous avons recherché comment varie le pouvoir accommodatif de l'œil avec l'âge, d'abord et aussi avec les différents états de réfraction statique. On dit habituellement que l'amplitude d'accommodation est indépendante de cet état de réfraction statique, c'est-à-dire qu'à un âge donné, tout œil, myope, emmétrope ou hypermétrope a une amplitude égale. Nos résultats ont prouvé qu'il n'en était jamais ainsi.

Les sujets sur lesquels ont été faites ces déterminations étaient âgés de 7 à 21 ans. Nous avons pu, par conséquent, prolonger la courbe donnée par Donders qui n'avait commencé ses investigations qu'à partir de 10 ans ; au-dessous de 10 ans, les yeux sont presque tous hypermétropes, et pour ces yeux, le pouvoir accommo-

datif va en décroissant : de la valeur 14,40 dioptries à 7 ans, il tombe à 13,80 dioptries à 10 ans. A partir de cet âge, une partie des yeux deviennent emmétropes, tandis que les myopes sont rares avant 13-14 ans.

Les courbes de la figure montrent les résultats de nos déterminations : les yeux hypermétropes ont une amplitude d'accommodation plus grande que les emmétropes (et la différence augmente de 10 à 21 ans) et l'amplitude de ceux-ci est supérieure à celle des myopes. Les hypermétropies dont étaient atteints les sujets examinés variaient de 1 dioptrie à 2,5 dioptries ; les myopies allaient de 1 à 4 dioptries ; nous n'avons pris que ces faibles degrés d'amétropies de façon à ne pas comprendre les yeux ayant des lésions du fond de l'œil. On est



Variations de l'amplitude d'accommodation avec l'age et avec l'état de réfraction statique (*Fig. 6*)

donc autorisé à dire d'après nos recherches que le *pouvoir accommodatif varie avec l'état de réfraction statique de l'œil.*

Nous avons fait pour ainsi dire la preuve de cette loi en recherchant ce que devient le pouvoir accommodatif d'un œil amétrope corrigé de bonne heure à l'aide d'un verre convenable : dans ces conditions, l'amplitude d'accommodation *devient égale à celle de l'œil emmétrope* de même âge. Nous avons vu aussi que lorsque la myopie est surcorrigée, comme cela se présente quelquefois, l'amplitude se rapproche de celle de l'hypermétropie. Ce fait a été vérifié sur des anisométropes munis de verres égaux des deux côtés.

Les résultats contenus dans ce travail s'expliquent très naturellement : l'amplitude d'accommodation dépend de la contraction du muscle ciliaire qui obéit aux lois de la physiologie générale : plus l'effort qu'il doit faire est grand, plus il travaille ; il finit alors par s'hypertrophier, de manière à fournir un effort qui tout d'abord lui était difficile Réciproquement, moins il travaille, c'est-à-dire moins l'accommodation est considérable et plus il tend à s'atrophier. Il résulte de là que les hypermétropes aux muscles ciliaires volumineux et puissants devront avoir une amplitude maxima ; les emmétropes dont les muscles ciliaires sont de dimensions moyennes ont une amplitude plus faible ; enfin les myopes dont les muscles ciliaires sont presque toujours inactifs, une amplitude minima : c'est bien ce qu'indiquent nos courbes. Il s'agit donc là d'un phénomène musculaire et nous en avons donné une autre preuve : en faisant en effet les mêmes déterminations sur des soldats de 21 à 25 ans, nous avons trouvé que l'amplitude de ces hommes était bien inférieure à celle des étudiants ayant le même âge et la même réfraction statique. Or, ces soldats étaient des paysans ne mettant que très peu souvent en jeu leur accommodation. On peut donc dire que

le pouvoir accommodatif est proportionnel à l'effort qui est demandé aux muscles ciliaires dans les occupations habituelles de la vie.

VIII. — ACOUSTIQUE.

51. — Nouvel acoumètre électro magnétique.

En collaboration avec le docteur MOURE, *Société d'Otologie et de Laryngologie*, Paris, 1895.

Le principe de la méthode consiste à remplacer la mesure de l'intensité de la source sonore servant à déterminer l'acuité auditive par une mesure d'intensité de courant à l'aide d'un milliampèresmètre.

Un circuit comprend une pile, un rhéostat, un téléphone, un milliampairesmètre apériodique et une clé interruptrice. L'oreille du sujet est placée à un mètre de la membrane d'un téléphone donné; le rhéostat étant au maximum de résistance est manœuvré de façon à faire croître peu à peu le courant; en même temps on ferme et on ouvre le circuit à l'aide de la clé. En continuant ainsi, il arrive un moment où le sujet perçoit le claquement téléphonique produit par l'état variable du courant; on lit alors l'intensité et c'est cette intensité qui est notée sur le régistre du médecin. On conçoit que deux oreilles pour lesquelles le claquement téléphonique perçu correspond à un même nombre de milliampères, ont la même acuité auditive et que cette acuité puisse être mesurée à des intervalles de temps aussi grands que l'on voudra, ce qui ne peut pas être fait avec une montre.

52. — **Le principe de Pascal et le mécanisme de l'audition.** *Lyon médical*, 1898.

J'ai essayé dans cette note de mettre au point la nouvelle théorie que P. Bonnier a édifiée sur le mécanisme de l'audition en la rattachant aux principes de physique, souvent mal interprétés par l'auteur.

Lorsqu'une augmentation de pression se fait sentir au niveau de la fenêtre ovale, elle se transmet, en vertu du principe de Pascal, à toute surface égale; or, la membrane de Reissner étant très facilement dépressible, elle se déplace et exerce la même pression sur l'endolymphe contenue dans le canal cochléaire; ensuite, la membrane basilaire s'incurve sous l'action de la pression transmise par le liquide, et enfin, la périlymphe de la rampe tympanique transmet à son tour la pression à la fenêtre ronde qui vient bomber du côté de la caisse du tympan. Mais la membrane basilaire en se déplaçant entraîne les cellules auditives dont les cils très longs vont constituer d'après les recherches de Howard Ayers la membrane de Corti ou membrana tectoria. Ces cils aboutissent à l'intérieur des cellules auditives à un petit corpuscule où se terminent les filets du nerf acoustique. A chaque déplacement correspondant à une augmentation de pression venant de la fenêtre ovale, les cellules entraînées par la membrane basilaire subissent de la part des cils retenus par la membrane de Corti une irritation qui se fait sentir dans le corpuscule sensoriel de Hensen : c'est cette irritation qui détermine la sensation sonore.

La contiguïté des éléments sensoriels entraîne la continuité de la sensation, car le déplacement de la membrane basilaire qui se fait d'abord à base du canal

cochléaire, du côté du vestibule, se propage tout le long de cette membrane jusqu'à l'hélicotréma. Dans cette théorie, l'intensité, la hauteur et le timbre d'un son s'expliquent d'une façon à peu près satisfaisante.

La théorie de Helmholtz qui donne prise à de nombreuses et graves critiques paraît devoir être remplacée avantageusement par celle de P. Bonnier.

---

53. — Publication de l'ouvrage posthume du professeur Merget. *Mercure, action physiologique, toxique et thérapeutique.* 1 vol. 400 pages gr. in-8°. Paris, 1894. (En collaboration avec M. Cassaet, agrégé de médecine.)

TRAVAUX EN COURS DE PUBLICATION

Traité de Physique biologique; Paris, 1898. (Remis à M. Weiss, secrétaire de la rédaction.)

54. — *Phénomènes d'entraînement produits par le courant électrique. — Cataphorèse,* 25 pages et figures.

55. — *Effets de l'électricité sur les nerfs sensitifs,* 12 pages.

TRAVAUX INSPIRÉS

56. — *Etude de la perméabilité gazeuze, de la conductibilité calorifique et du pouvoir émissif des tissus utilisés pour les uniformes de l'armée française.* (Thèse de M. Kolb, élève du service de santé militaire de Lyon, *en préparation.)*

57. — *Recherches sur la différenciation clinique des amétropies axiles et de courbure.* (Thèse de M. Hochwelker, élève du service de santé militaire de Lyon, *en préparation.)*

Lyon. — Imp. Mougin-Rusand, rue Stella, 3.